

**IIP-116-A**

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant: Aoyama  
Serial Number: Unknown  
Filed: Concurrently herewith  
Group Art Unit: Unknown  
Examiner: Unknown  
Confirmation No.: Unknown  
Title: RANGING APPARATUS, RANGING  
METHOD, AND RANGING PROGRAM

**TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT**

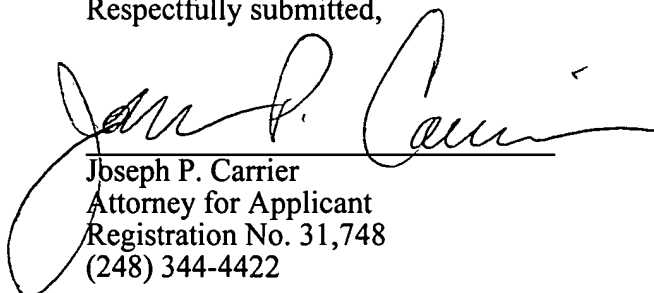
Commissioner For Patents  
PO Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In connection with the identified application, applicant encloses for filing a certified copy of:  
Japanese Patent Application No. 2003-110457, filed 15 April 2003, to support applicant's claim for  
Convention priority under 35 USC §119.

Respectfully submitted,

Customer Number 21828  
Carrier, Blackman & Associates, P.C.  
24101 Novi Road, Suite 100  
Novi, Michigan 48375  
31 March 2004

  
\_\_\_\_\_  
Joseph P. Carrier  
Attorney for Applicant  
Registration No. 31,748  
(248) 344-4422

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the U.S. Postal Service as Express  
Mail Certificate ET986049436US in an envelope addressed to Mail Stop Patent Application,  
Commissioner For Patents, PO Box 1450, Alexandria VA 22313-1450 on 31 March 2004.

Dated: 31 March 2004  
JPC/km  
enclosures

  
\_\_\_\_\_  
Kathryn MacKenzie

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 4月15日

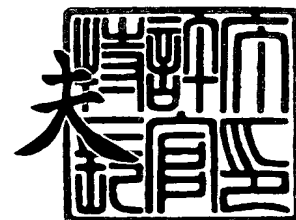
出願番号  
Application Number: 特願2003-110457  
[ST. 10/C]: [JP2003-110457]

出願人  
Applicant(s): 本田技研工業株式会社

2004年 1月27日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3003300

【書類名】 特許願

【整理番号】 H103055301

【提出日】 平成15年 4月15日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01B 11/14

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号  
                        株式会社本田技術研究所内

    【氏名】 青山 千秋

【特許出願人】

    【識別番号】 000005326

    【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100064414

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 磯野 道造

    【電話番号】 03-5211-2488

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 015392

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9713945

【プルーフの要否】 要



【書類名】 明細書

【発明の名称】 距離検出装置、距離検出方法、及び距離検出プログラム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のカメラで撮像した撮像画像から、対象物の距離を計算する距離検出装置であって、

複数の並設されたカメラと、

前記各カメラについて、前記撮像画像の歪を補正する、段階的な撮像距離に応じて複数用意された歪補正手段と、

前記複数の歪補正手段を使用して、すべての撮像画像について、すべての段階的な撮像距離で撮像画像の歪を補正して補正画像を生成する歪補正実行手段と、

前記各補正画像のうち、最も補正が適正な補正画像を選択する補正画像選択手段と、

前記補正画像選択手段で選択された補正画像に基づき、補正画像内の対象物の距離を計算する距離計算手段とを備えることを特徴とする距離検出装置。

【請求項 2】 前記補正画像選択手段は、前記複数のカメラのうちの一つで撮像された撮像画像に基づき歪が補正された補正画像をそれぞれ基準画像とし、前記各基準画像に対して同じ撮像距離に対応する歪補正手段を用いて補正された他の補正画像をそれぞれ基準画像に対応する比較画像とし、前記各基準画像内の対象物の画素位置に対し、対応する各比較画像内の、前記各補正画像を生成した歪補正手段で設定された撮像距離に相当する視差分だけずれた画素位置で前記対象物を検索し、前記各比較画像の前記画素位置での対象物の一致度が高い補正画像を選択するように構成されたことを特徴とする請求項 1 に記載の距離検出装置。

【請求項 3】 複数のカメラで撮像した撮像画像から、対象物の距離を計算する距離検出方法であって、

前記複数のカメラでそれぞれ対象物を撮像する第 1 ステップと、

前記各カメラで撮像した撮像画像に対し、予め用意された各カメラについての段階的な撮像距離に応じた歪補正手段を使用して、歪の除去計算を行い、複数の補正画像を求める第 2 ステップと、



前記第 2 ステップで得られた複数の補正画像のうち、最も歪が少ない補正画像を選択する第 3 ステップと、

前記第 3 ステップで選択された補正画像に基づき、補正画像内の対象物の距離を計算する第 4 ステップとを含むことを特徴とする距離検出方法。

【請求項 4】 複数のカメラで撮像した撮像画像から、対象物の距離を計算するため、コンピュータを、

前記各カメラについて、前記撮像画像の歪を補正する、段階的な撮像距離に応じて複数用意された歪補正手段と、

前記複数の歪補正手段を使用して、すべての撮像画像について、すべての段階的な撮像距離で撮像画像の歪を補正して補正画像を生成する歪補正実行手段と、

前記各補正画像のうち、最も補正が適正な補正画像を選択する補正画像選択手段と、

前記補正画像選択手段で選択された補正画像に基づき、補正画像内の対象物の距離を計算する距離計算手段として機能させることを特徴とする距離検出プログラム。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、複数のカメラで撮像した画像から対象物の距離を測定する装置、方法、及びプログラムに関する。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

一般に、CCD (Charge-Coupled Device) カメラ等のカメラで対象物をステレオ撮影して、カメラから対象物までの距離を測定しようとする場合、様々な誤差が測定精度に影響する。

例えば、カメラに使用されるレンズの歪曲収差はその一つである。歪曲収差は、撮像した対象物の形状が、樽型又は糸巻き型に歪む誤差である。また、レンズの精度が低い場合には、より複雑に形状の歪みが発生するし、カメラの前に樹脂やガラスの防護カバー類を設置している場合にも、その防護カバーの歪みがレン

ズとして作用して撮像した画像に歪みを生じさせる。

このように画像に歪みが発生すると、この画像に基づいて対象物までの距離を計算した結果にも誤差が生じる。

#### 【0003】

歪曲収差は、レンズの組合せや、絞りの設け方により減少させることも可能であるが、撮像後の画像を補正することでも除去することができる。

例えば、歪曲収差が、レンズの中心（画像の中心）からの距離に応じて大きくなると仮定すると、歪曲の量を、レンズの中心（画像の中心）からの距離  $r$  をパラメータとした関数で表すことができる。従って、格子模様を撮像し、実際の対象物と比較した歪曲の量を複数点測定すれば、撮像画像上の格子の湾曲を  $r$  の関数（近似式）で表し、この関数を逆に利用することで、撮像画像から歪曲を除去することが可能である。（例えば、特許文献1参照）

また、近似式によらずとも、格子模様の撮像画像と、実物の格子模様との対応関係を画素ごとに記憶しておけば、この対応関係を利用することで歪曲の除去が可能である。

#### 【0004】

##### 【特許文献1】

特開平11-355813号公報（第3頁、図5等）

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前記したような歪曲の量は、対象物のカメラからの距離に依存する。そのため、広告や鑑賞に使用される画像の歪みを除去する場合には、歪曲の度合いを調整したり、距離を実測することにより、適正な補正が可能であるが、画像から距離を測定しようとする場合には、もともと距離が未知である以上、どの程度歪曲の補正をしたらいいのかは分からない。

あるレンズについて特定の距離で較正したときに発生する誤差は、図8のようになる。図8に示すように、例えば、1mでキャリブレーションした場合には、1mの距離で撮像された物体については、歪を無くすることができるが、1mから外れた撮像物体については、補正の誤差が発生する。

そこで、本発明では、画像に基づいて対象物の距離を測定する距離検出装置においても、適正な歪みの補正をした上で正確な距離計算をできるようにすることを課題とする。

#### 【0006】

##### 【課題を解決するための手段】

前記した課題を解決するため、本発明の請求項1は、複数のカメラで撮像した撮像画像から、対象物の距離を計算する距離検出装置であって、複数の並設されたカメラと、前記各カメラについて、前記撮像画像の歪を補正する、段階的な撮像距離に応じて複数用意された歪補正手段と、前記複数の歪補正手段を使用して、すべての撮像画像について、すべての段階的な撮像距離で撮像画像の歪を補正して補正画像を生成する歪補正実行手段と、前記各補正画像のうち、最も補正が適正な補正画像を選択する補正画像選択手段と、前記補正画像選択手段で選択された補正画像に基づき、補正画像内の対象物の距離を計算する距離計算手段とを備えることを特徴とする。

#### 【0007】

このような距離検出装置によれば、まず、歪補正手段として、例えば撮像距離が10～20cm、20～35cm、35～55cm、・・・のように、段階的な撮像距離範囲ごとに複数のものを用意しておく。そして、歪補正実行手段が、段階的な撮像距離のすべての歪補正手段を用い、かつすべてのカメラで撮像した撮像画像について歪補正計算を行い、補正画像を複数生成する。すなわち、カメラ数と、段階的な撮像距離に応じた歪補正手段の数を乗じた数だけの補正画像が生成される。そして、複数生成された補正画像のうち、最も適正な補正がなされているものを補正画像選択手段が選択する。さらに、補正画像選択手段が選択した補正画像に基づき、距離計算手段が対象物の距離を計算するので、対象物の距離を正確に求めることができる。

#### 【0008】

また、本発明の請求項2は、前記した距離検出装置において、前記補正画像選択手段が、前記複数のカメラのうちの一つで撮像された撮像画像に基づき歪が補正された補正画像をそれぞれ基準画像とし、前記各基準画像に対して同じ撮像距

離に対応する歪補正手段を用いて補正された他の補正画像をそれぞれ基準画像に対応する比較画像とし、前記各基準画像内の対象物の画素位置に対し、対応する各比較画像内の、前記各補正画像を生成した歪補正手段で設定された撮像距離に相当する視差分だけずれた画素位置で前記対象物を検索し、前記各比較画像の前記画素位置での対象物の一致度が高い補正画像を選択するように構成されたことを特徴とする。

#### 【0009】

このような距離検出装置によれば、基準画像における対象物の画素位置に対し、比較画像の撮像距離に対応する視差分だけずれた画素位置で対象物を検索する。視差は、撮像距離が遠い程小さく、近い程大きくなる。そして、各比較画像は、歪を補正したときに使用した歪補正手段の撮像距離には一定の撮像距離範囲が設定されている。そのため、その比較画像が適正であるならば、基準画像内の対象物に対し、その撮像距離範囲に相当する範囲を持った視差分だけずれた画素位置に対象物が撮像されているはずである。従って、そのずれた画素位置での対象物の一致度を、各比較画像で見えていくと、最も適正な歪補正がなされた比較画像で一致度がピークになるので、適正な補正画像を決定することができる。

このように請求項2のように補正画像選択手段を構成すれば、ごく限られた画素範囲内で対象物を検索し、一致度を見るだけで、適正な比較画像、つまり、適正な歪補正手段で補正された画像を選択することができる。

#### 【0010】

さらに、本発明の請求項3は、複数のカメラで撮像した撮像画像から、対象物の距離を計算する距離検出方法であって、前記複数のカメラでそれぞれ対象物を撮像する第1ステップと、前記各カメラで撮像した撮像画像に対し、予め用意された各カメラについての段階的な撮像距離に応じた歪補正手段を使用して、歪の除去計算を行い、複数の補正画像を求める第2ステップと、前記第2ステップで得られた複数の補正画像のうち、最も歪が少ない補正画像を選択する第3ステップと、前記第3ステップで選択された補正画像に基づき、補正画像内の対象物の距離を計算する第4ステップとを含むことを特徴とする。

#### 【0011】



このような距離検出方法によれば、第1ステップで複数のカメラで撮影を行い、複数の撮像画像が得られる。そして、第2ステップですべての撮像画像に対し、すべての歪補正手段でそれぞれ歪を補正して、複数の補正画像を得る。次に第3ステップで、複数の補正画像のうち、もっとも歪が少ない補正画像を選択し、第4ステップで、適正な歪補正がなされた補正画像に基づき、対象物の距離が計算される。

従って、適正な歪補正がなされた補正画像から対象物の距離が計算されるので、距離の精度を高くすることができる。

#### 【0012】

また、本発明は、請求項1又は請求項2に記載の各手段をコンピュータに実行させるコンピュータプログラムとして構成することもできる。

#### 【0013】

##### 【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施形態について、適宜図面を参照しながら説明する。

参照する図面において、図1は、実施形態にかかる距離検出装置の機能ブロック図である。図1に示すように、距離検出装置1は、撮像装置10と、画像入力手段20と、記憶装置30と、歪補正実行手段40と、補正画像選択手段50と、距離計算手段60とを備えて構成されている。

#### 【0014】

撮像装置10は、右のカメラCRと、左のカメラCLを左右に並設して構成されている。カメラCR、CLは、レンズからなる光学系やCCD素子等を備え、外界をCCD素子上にレンズで結像して、得られた画像データを画像入力手段20に出力するよう構成されている。

本実施形態の距離検出装置では、カメラCR、CLを2つ用いているが、3つ以上のカメラを並設することもできる。また、本実施形態では、撮影対象物OB（図4、6参照）を壁面に付した点状のマーカとする。

#### 【0015】

画像入力手段20は、撮像装置10が出力した画像信号をデジタル化して取り込む手段である。

## 【0016】

記憶装置 30 は、距離検出装置 1 で必要なデータベースや、処理中の画像の記憶や、作業領域として利用されるハードディスクドライブなどの記憶装置である。記憶装置 30 内には、カメラ CR、カメラ CL で撮影された画像の歪を除去するための歪補正テーブル 31 と、対象物の距離を計算するときに使用される方向ベクトルテーブル 32 とを記憶している。

## 【0017】

歪補正テーブル 31 は、図 2 (a) に示すように、カメラ CR, CL で撮像された撮像画像上の座標 ( $u$ ,  $v$ ) と、その座標の画素を変位させるべき画素数 ( $du$ ,  $dv$ ) とを関連づけて記憶させたものである。この歪補正テーブル 31 は、カメラ CR, CL ごとにそれぞれ用意されている。また、撮影した画像から歪を補正する程度は、撮像距離により異なるため、段階的な撮像距離に応じて、各カメラ CR, CL ごとに、それぞれ複数の撮像距離の歪補正テーブル 31 が用意されている。例えば、撮像距離が 0.1 ~ 0.2 m、0.2 ~ 0.35 m、0.35 ~ 0.55 m、... 30 m ~ 無限遠のように、段階的な撮像距離範囲ごとに複数のテーブルが用意されている。

## 【0018】

ここでの補正の程度とは、例えば、図 3 に示すようなものである。図 3 に示すように、市松模様 90 を中距離で撮影した場合に、樽型歪が発生したとする。この画像に対し、中距離用のテーブルで補正した場合には、適正な市松模様 92 となるが、遠距離用のテーブルで補正した場合には、市松模様 93 のように補正過多になり、糸巻き歪が発生し、逆に近距離用のテーブルで補正した場合には、市松模様 91 のように補正不足となり、樽型歪が若干残ることになる。

## 【0019】

歪補正テーブル 31 は、特許請求の範囲にいう歪補正手段に相当するものであるが、歪補正手段は、このようなテーブルに限らず、歪曲収差を近似式で求めた関数として用意することもできる。この場合、撮像距離に応じた補正をするため、パラメータを変更することにより得られる複数の関数、及びカメラごとに用意された複数の関数が、特許請求の範囲にいう複数の歪補正手段に相当する。

なお、前記した歪補正テーブル 31 では、カメラ CR, CL ごとにテーブルを用意することとしたが、それぞれのカメラ CR, CL の光学系の仕様が同じで、製造精度が高い場合には、同じ撮像距離のテーブルについては、カメラ CR, CL のテーブルを共用することができる。

#### 【0020】

方向ベクトルテーブル 32 は、図 2 (b) に示すように、補正画像上の画素の座標 ( $u'$ ,  $v'$ ) と、その画素位置において光が入射してくる方向を特定する角度  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\gamma$  を関連づけて記憶させたものである。

角度  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\gamma$  は、図 6 に示すように、それぞれ、

$\alpha_1$ : カメラ CR の光学中心から対象物 OB に向かうベクトル  $D_1$  の、カメラ CR の光軸 MR からの水平方向の角度

$\gamma$ : カメラ CR の光学中心から対象物 OB に向かうベクトル  $D_1$  の、カメラ CR の光軸 MR からの垂直方向の角度

$\alpha_2$ : カメラ CL の光学中心から対象物 OB に向かうベクトル  $D_2$  の、カメラ CL の光軸 ML からの水平方向の角度

を意味する。

#### 【0021】

歪補正実行手段 40 は、カメラ CR, CL が撮影した各撮像画像に対して、前記歪補正テーブル 31 を使用して歪を除去する処理を行い、複数の補正画像を生成するものである。前記したように、歪補正テーブル 31 は、各カメラ CR, CL 及び各撮像距離に応じて複数あり、歪補正実行手段 40 は、この歪補正テーブルをすべて使用して、左右両方の撮像画像につき、またすべての撮像距離につき歪補正を行い、補正画像を生成する。

#### 【0022】

例えば、図 4 に示すように、右のカメラ CR が撮像した画像を右撮像画像 IR とし、左のカメラ CL が撮像した画像を左撮像画像 IL とする。そして、右撮像画像 IR、左撮像画像 IL のそれぞれについて、近距離用の歪補正テーブル 31 から中距離、遠距離用の歪補正テーブル 31 を用い、60 個の補正画像 M1,  $\dots$  M15,  $\dots$  M30 (それぞれ、30 個ずつの右の画像と左の画像を有す

る)を生成する。

生成された補正画像M1～M30は、記憶装置30に記憶される。

#### 【0023】

補正画像選択手段50は、歪補正実行手段40が生成した複数の補正画像M1～M30を記憶装置30から読み出し、最も適正な歪補正がなされた補正画像M<sub>n</sub> (n:1～30の整数)を選択するものである。

ここで、図4に示すように、右撮像画像IRを歪補正テーブル31で補正した画像を基準画像MR1～MR30とし、左撮像画像ILを歪補正テーブル31で補正した画像を比較画像ML1～ML30とする。各補正画像M1～M30は、歪補正実行手段40で歪を補正する際に、それぞれ異なる撮像距離のために用意された歪補正テーブル31を使用している。例えば、補正画像M1は、撮像距離が0.1～0.2m用の近距離テーブルが使用され、補正画像M15は、撮像距離が2.0～3.0m用の中距離テーブルが使用され、補正画像M30は、撮像距離が30m～無限遠(∞m)用の遠距離テーブルが使用されている。

#### 【0024】

各補正画像M1～M30は、それぞれ異なる撮像距離に適した歪補正テーブル31を使用しているのであるから、仮にある補正画像M<sub>n</sub>が適正な撮像距離の歪補正テーブル31により補正されているならば、その補正画像M<sub>n</sub>の基準画像MR<sub>n</sub> (n:1～30の整数)内に撮像された対象物OBは、対応する比較画像ML<sub>n</sub> (n:1～30の整数)内においては、その撮像距離に対応した視差分だけ、右にずれて撮像されているはずである。従って、基準画像MR<sub>n</sub>の対象物の画素位置に対し、前記視差分だけ右にずれた比較画像ML<sub>n</sub>内の画素位置で、対象物を検索し、対象物の一致度を数値化することにより、補正画像M<sub>n</sub>の適性度を評価することができる。

#### 【0025】

例えば、図4の例においては、撮像距離が0.1～0.2mの歪補正テーブル31で歪補正された基準画像MR1で、(u<sub>1</sub>, v<sub>1</sub>)の位置に対象物OBが表示されていたならば、比較画像ML1では、基準画像MR1に対し大きな視差があるはずであるから、基準画像MR1内の(u<sub>1</sub>, v<sub>1</sub>)の画素位置に対応する比較

画像ML 1内の画素位置OB'に対し、大きく右寄りの検索範囲SA 1を検索する。

そして、撮像距離が2.0～3.0mの歪補正テーブル31で歪補正された基準画像MR 15で、 $(u_{15}, v_{15})$ の位置に対象物OBが表示されていたならば、比較画像ML 15では、基準画像MR 15に対し中程度の視差があるはずであるから、基準画像MR 1内の $(u_{15}, v_{15})$ の画素位置に対応する比較画像ML 15内の画素位置OB'に対し、右寄りの検索範囲SA 15を検索する。

同様に、撮像距離が10m～無限遠の歪補正テーブル31で歪補正された基準画像MR 30で、 $(u_{30}, v_{30})$ の位置に対象物OBが表示されていたならば、比較画像ML 30では、基準画像MR 30に対しわずかな視差があるはずであるから、基準画像MR 1内の $(u_{30}, v_{30})$ の画素位置に対応する比較画像ML 30内の画素位置OB'に対し、わずかに右寄りの検索範囲SA 30を検索する。

#### 【0026】

そして、それぞれの検索範囲SA 1～SA 30で、対になる基準画像MR 1～MR 30内の対象物OBと小領域について各画素の差の絶対値の和により一致度を計算する。この一致度を図示すると、例えば図5のように、何れかの補正画像Mn（例えば図5ではM 15）で負のピークをとる。したがって、補正画像M 15が、最も適正に歪が補正された画像であるので、補正画像選択手段50は、補正画像M 15（基準画像MR 15及び比較画像ML 15）を選択する。

#### 【0027】

距離計算手段60は、補正画像選択手段50が選択した補正画像Mnに基づいて対象物の距離を計算するものである。本実施形態では、まず、選択された基準画像MR nと、比較画像ML nに基づき、それぞれの画像内で対象物の位置する画素の座標を特定する。そして、前記した方向ベクトルテーブル32を参照して、画素の座標 $(u', v')$ から、角度 $\alpha_1, \alpha_2, \gamma$ の値を取得する。

そして、次式(1)から(3)により、対象物OBの3次元位置 $(P_x, P_y, P_z)$ を算出する。

$$P_x = (x_1 \tan \alpha_1 - y_1 - x_2 \tan \alpha_2 + y_2) / (\tan \alpha_1 + \tan \alpha_2) \quad \dots (1)$$

$$P_y = (P_x - x_1) \tan \alpha_1 + y_1 \quad \dots (2)$$

$$P_z = (P_x - x_1) \tan \gamma + z_1 \quad \dots (3)$$

なお、 $(x_1, y_1, z_1)$ は、カメラCRの光学中心の座標、 $(x_2, y_2, z_2)$ は、カメラCLの光学中心の座標である。本実施形態では、 $P_x - x_1$ が対象物OBの距離の値になる。

#### 【0028】

本実施の形態では、距離計算手段60は、各カメラCR、CLから対象物OBに向かうベクトルに基づいて対象物OBまでの距離を求めているが、左右の画像（基準画像MR<sub>n</sub>及び比較画像ML<sub>n</sub>）のそれぞれで対象物OBの位置を特定し、左右の画像間での対象物の視差から距離を求めるように構成することもできる。

#### 【0029】

以上の距離検出装置の各手段、すなわち、画像入力手段20、歪補正実行手段40、補正画像選択手段50、距離計算手段60は、一般的なコンピュータにプログラムを実行させ、コンピュータ内の演算装置や画像取り込み装置を動かすことにより実現される。歪補正手段としての歪補正テーブル31は、記憶装置30内に所定のデータベースを構築することにより実現される。

#### 【0030】

以上のように構成された距離検出装置1の動作（距離検出方法）について、図7のフローチャートを参照しながら説明する。

まず、撮像装置10（カメラCR、CL）により、対象物OBを撮像し、右撮像画像IR及び左撮像画像ILを取得する（ステップS1）。そして、左右の撮像画像IR、ILに基づき、すべての歪補正テーブル31を利用して、各撮像距離を想定した補正画像M1～M30（基準画像MR1～MR30及び比較画像ML1～ML30）を生成する（ステップS2、図4参照）。

次に、各比較画像ML1～ML30の各検索範囲SA1～SA30内で対象物OBを検索する。そして、同じ撮像距離の歪補正テーブル31で補正された各基準画像MR1～MR30の対象物OBと、検索範囲SA1～SA30内の対象物OBの一致度を計算する（ステップS3）。

次に、各補正画像M1～M30に基づいて計算した一致度を比較して、最も一

致度が高い補正画像を補正画像選択手段 50 が選択する（ステップ S4）。

そして、選択された補正画像  $M_n$  内の対象物 OB の座標に基づき、方向ベクトルテーブルを参照して、カメラ CR, CL から対象物 OB に向かうベクトルを特定する。さらに、前記式 (1) ~ (3) により、対象物 OB の位置を計算する（ステップ S5）。

#### 【0031】

このように、本実施形態の距離検出装置 1 によれば、カメラ CR, CL のレンズにより撮影対象物の撮像結果に歪みが生じて、撮像距離に応じて、最も適正な補正をした上で、カメラ CR, CL と対象物の距離を計算するので、正確な距離を検出することができる。また、補正画像  $M_1 \sim M_{30}$  の一つを選択するに際し、各補正画像  $M_1 \sim M_{30}$  で、その補正画像が適正に補正されていたなら、対象物 OB があるべき位置のみを検索して一致度を計算しているので、僅かな計算で、適正な補正がなされた補正画像  $M_n$  を選択することができる。

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明の主旨を逸脱しない範囲で適宜変更して実施できるのはいうまでもない。例えば、実施の形態では、対象物 OB はマーカとしたが、対象物 OB は、人物や、静止物など、何でも構わない。そして、カメラ CR, CL からそれらの対象物を検出するには、公知の対象物の輪郭抽出手段を用いればよい。

#### 【0032】

##### 【発明の効果】

以上詳述したとおり、請求項 1, 3, 4 に記載の発明によれば、歪みが発生した画像においても、適正な歪み補正をした上で、対象物までの距離を正確に検出することができる。また、請求項 2 に記載の発明によれば、少ない計算量で適正な歪補正がなされた補正画像を選択することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

実施形態にかかる距離検出装置の機能ブロック図である。

##### 【図 2】

(a) は、歪補正テーブルの一例、(b) は、方向ベクトルテーブルの一例を

示す図である。

【図 3】

歪補正の例を示す図である。

【図 4】

歪補正及び補正画像の選択を説明する図である。

【図 5】

補正画像ごとの一致度を説明する図である。

【図 6】

距離計算方法を説明する図である。

【図 7】

距離計算装置及び方法の処理を示すフローチャートである。

【図 8】

従来のキャリブレーション後の補正誤差量を示したグラフである。

【符号の説明】

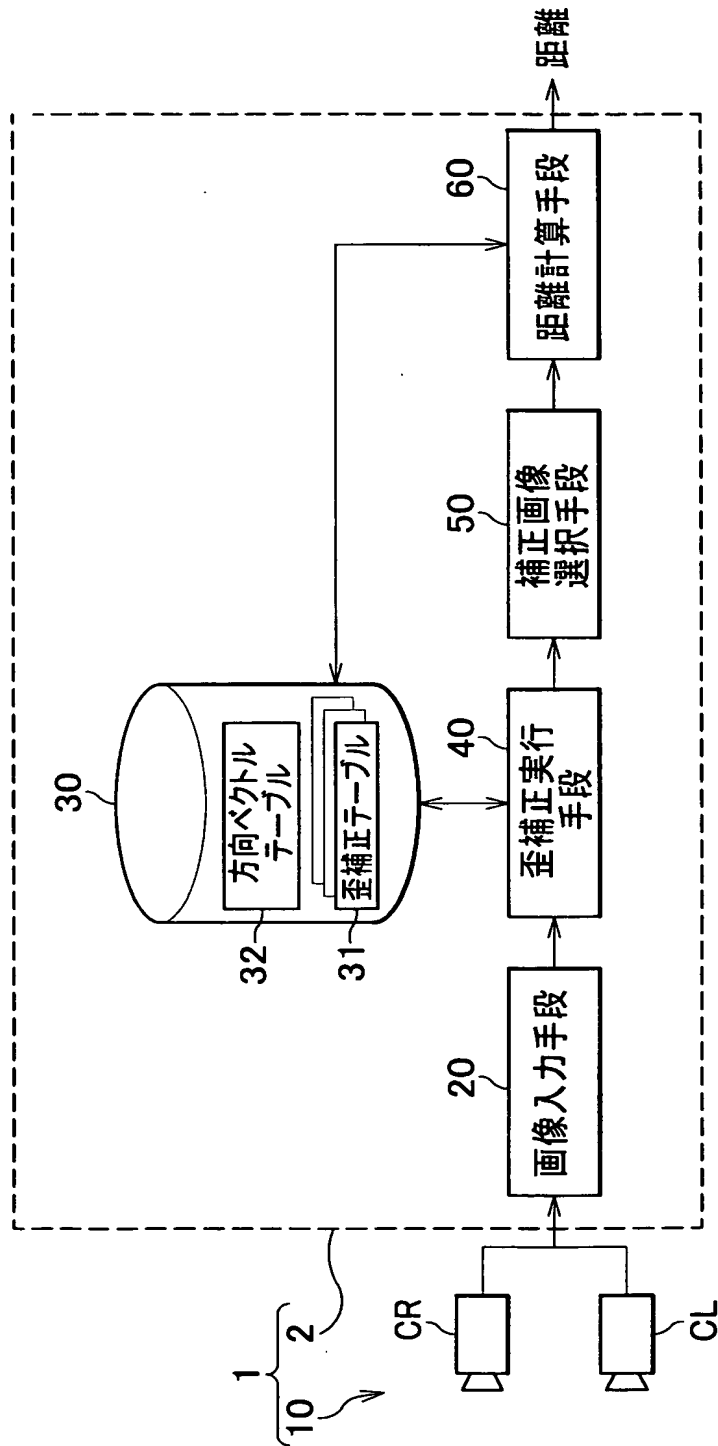
- 1 距離検出装置
- 10 撮像装置
- 20 画像入力手段
- 30 記憶装置
- 31 歪補正テーブル
- 32 方向ベクトルテーブル
- 40 歪補正実行手段
- 50 補正画像選択手段
- 60 距離計算手段
- CR, CL カメラ



【書類名】

図面

【図 1】



【図 2】

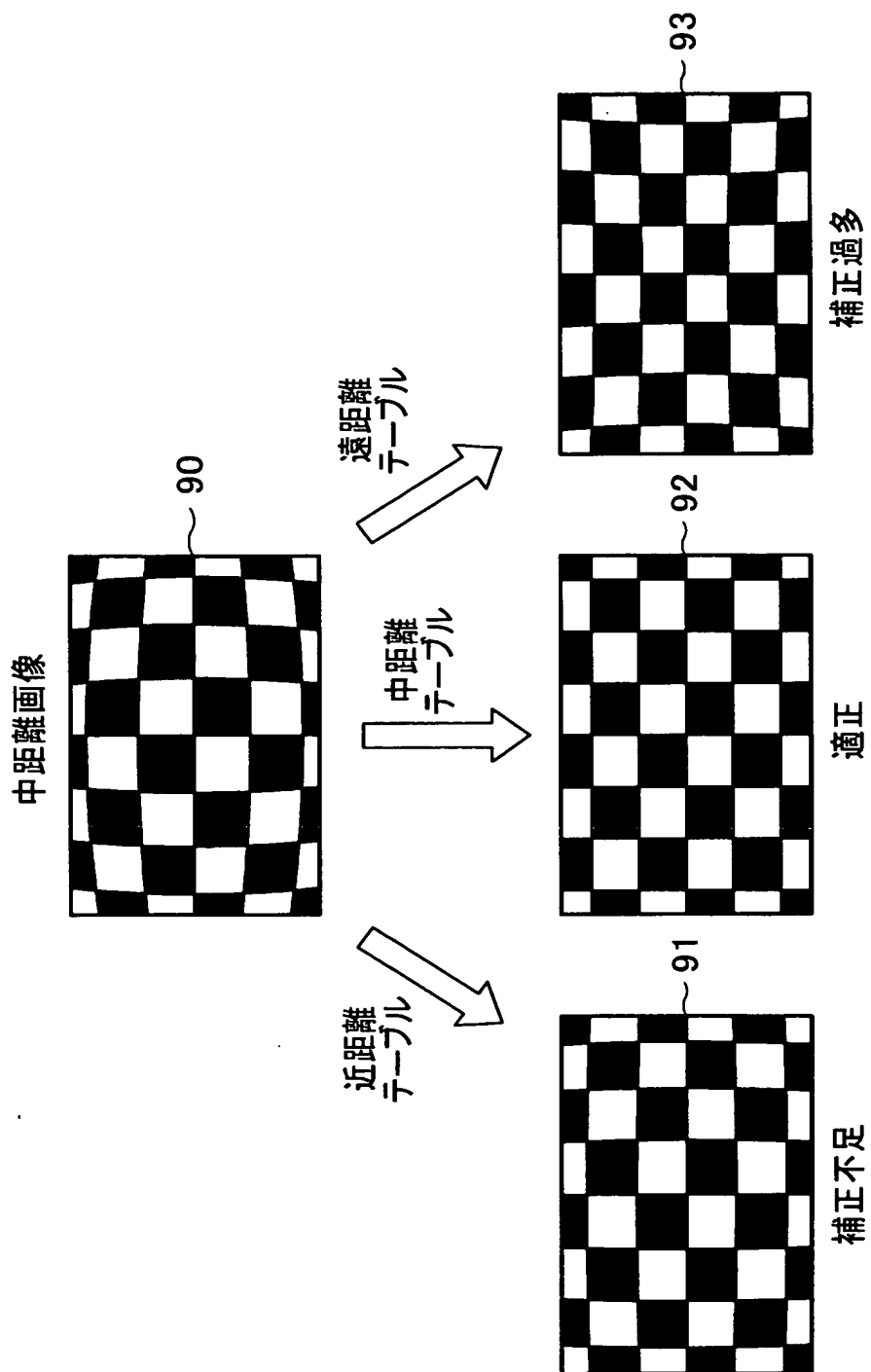
(a) 歪補正テーブル

u座標	v座標	du	dv
0	0	18	25
1	0	18	25
3	0	18	24
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
768	0	.	.
0	1	.	.
1	1	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.

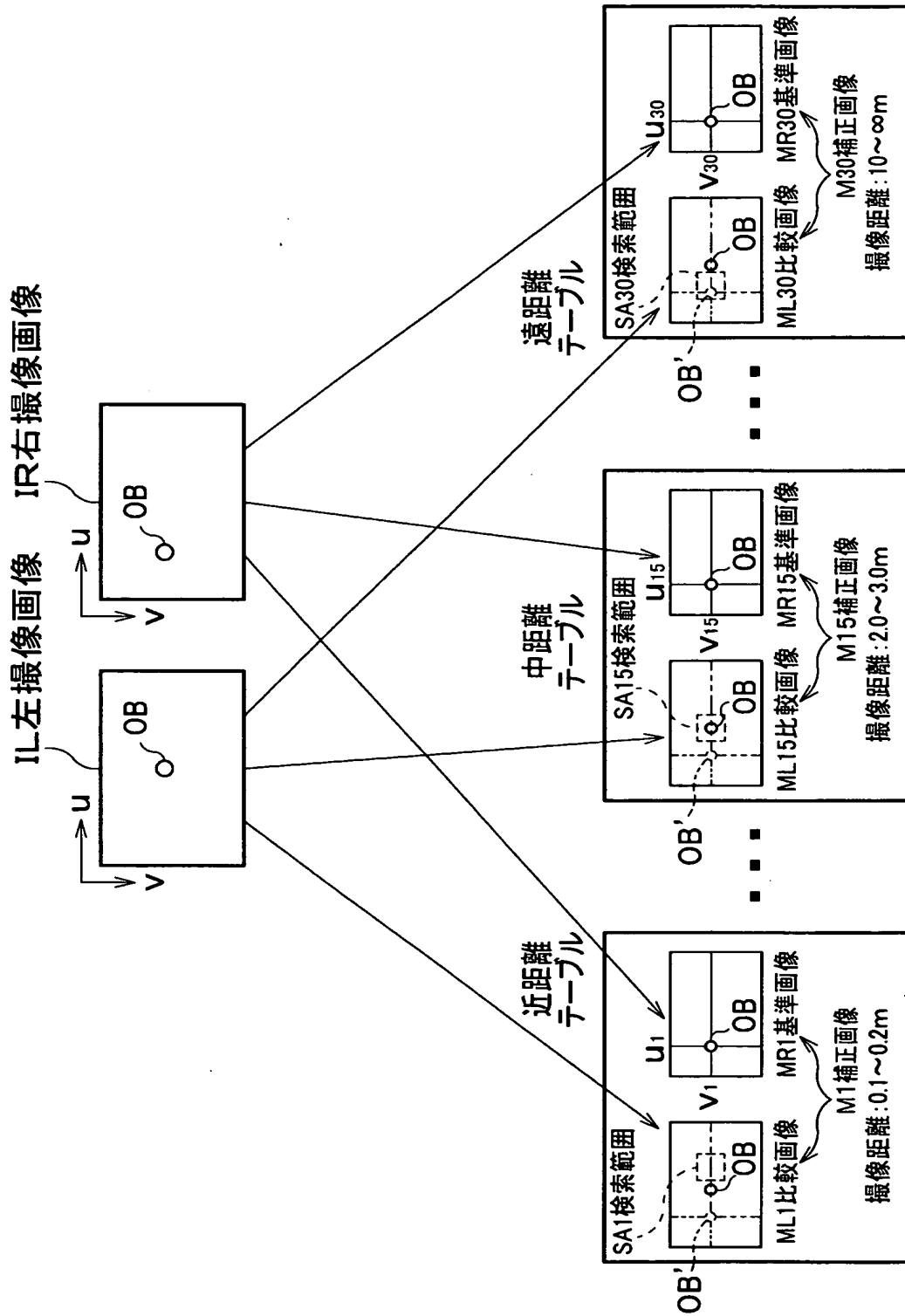
(b) 方向ベクトルテーブル

u'座標	v'座標	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\gamma$
0	0	45.51	58.23	24.81
1	0	45.50	58.22	24.81
3	0	45.50	58.22	24.81
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
768	0	.	.	.
0	1	.	.	.
1	1	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.

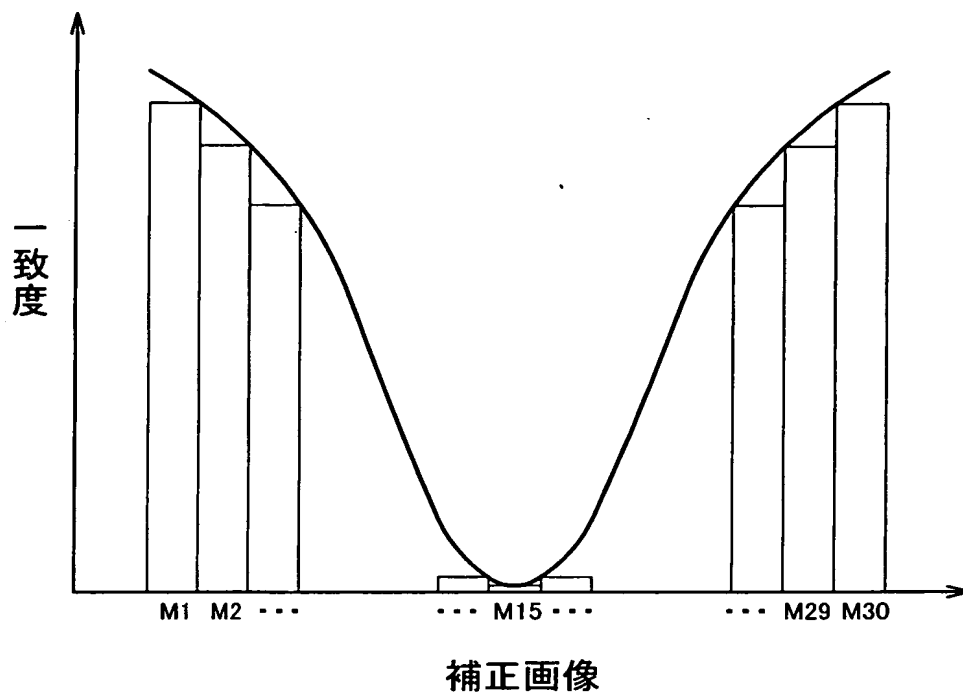
【図 3】



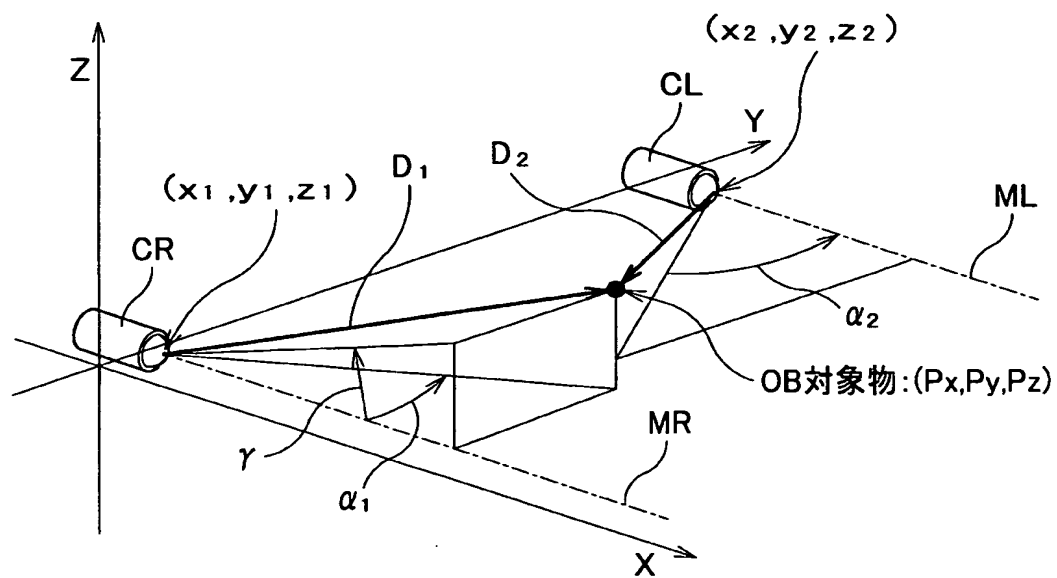
【図 4】



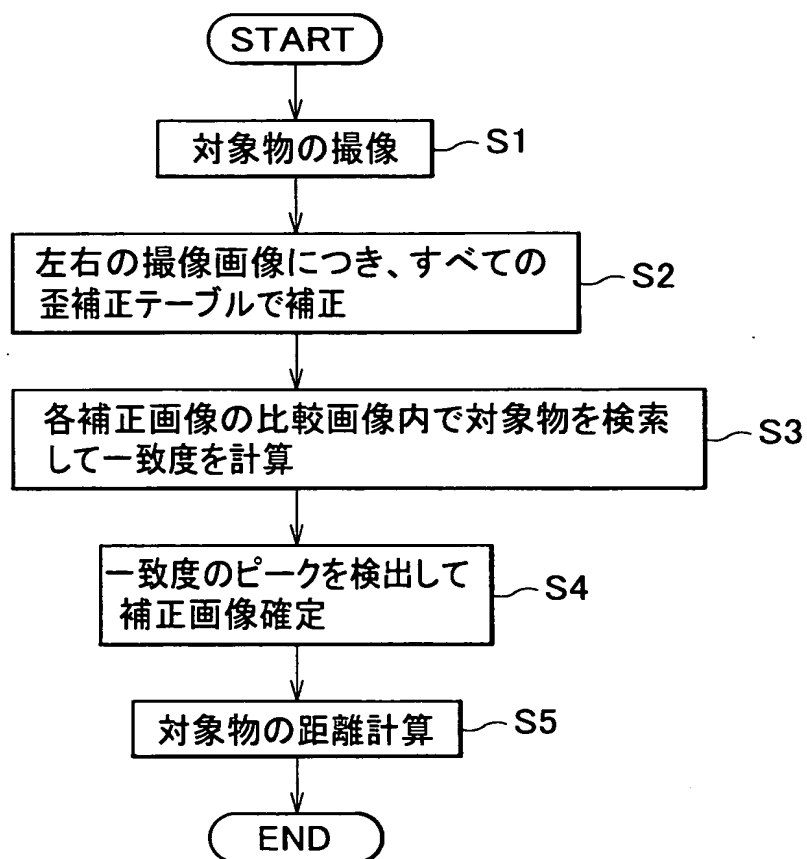
【図 5】



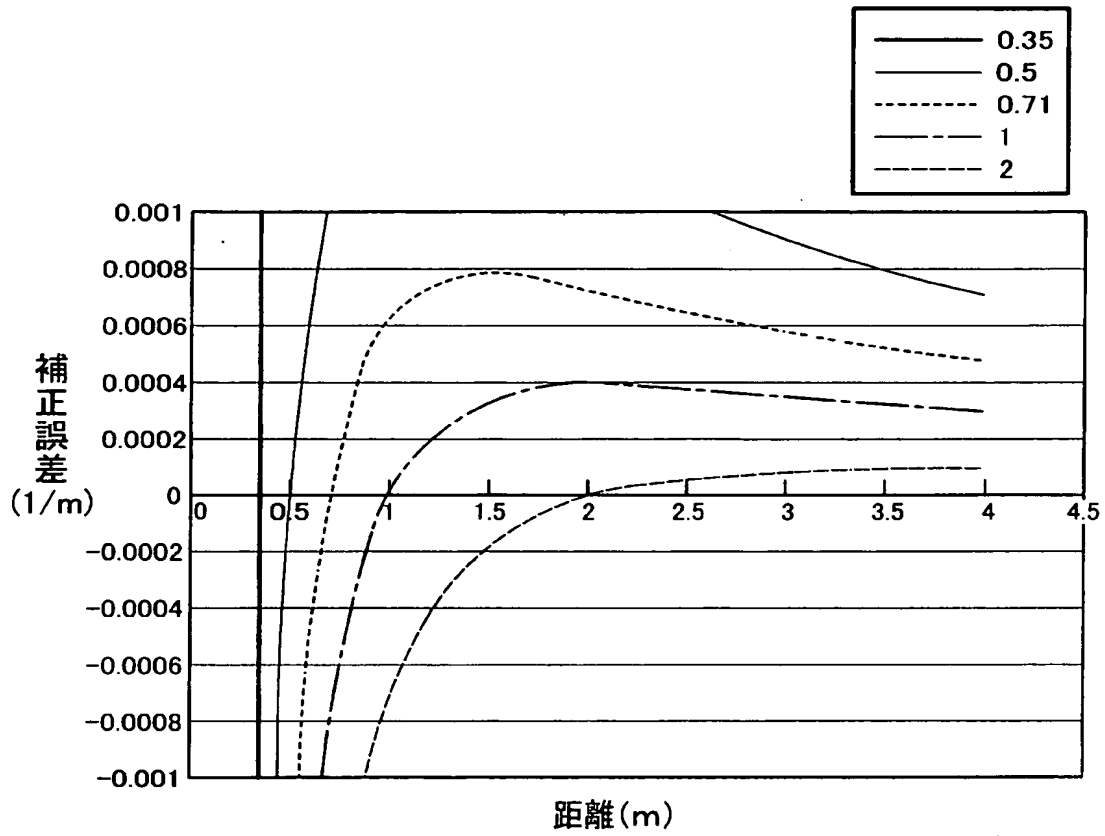
【図 6】



【図 7】



【図 8】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 カメラから対象物までの正確な距離を測定する。

【解決手段】 複数のカメラで撮像した撮像画像から、対象物の距離を計算する距離検出装置 1 を、カメラ C R, C L と、各カメラ C R, C L について、撮像画像の歪を補正する、段階的な撮像距離に応じて複数用意された歪補正テーブル 3 1 と、歪補正テーブル 3 1 を使用して、すべての撮像画像について、すべての段階的な撮像距離で撮像画像の歪を補正して補正画像を生成する歪補正実行手段 4 0 と、各補正画像のうち、最も補正が適正な補正画像を選択する補正画像選択手段 5 0 と、補正画像選択手段 5 0 で選択された補正画像に基づき、補正画像内の対象物の距離を計算する距離計算手段 6 0 とを備えて構成する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 1 1 0 4 5 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 3 2 6 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 9 月 6 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号

氏 名

本田技研工業株式会社